

基于关联规则数学模型的中学生体质决策支持研究

蔡鹏辉 张崇林 吴盼盼*

井冈山大学体育学院 江西吉安 343000

摘 要: 竞技体育训练比赛、体质健康监测、体育教学等领域, 随处可见数据挖掘的身影。本文通过关联规则挖掘建立数学模型对中学生体质健康研究进行相关分析。运用测试调查法和数据挖掘法, 对中学生进行体质测试, 构建数据库, 以体育锻炼行为阶段为输出、体质指标为输入构建关联规则数据挖掘模型。对三所学校共计 457 名中学生进行身体素质测试, 测试项目包括肺活量、50m 短跑、800m 长跑(女)/1000m 长跑(男)、引体向上(男)/仰卧起坐(女)、立定跳远以及立位体前屈。研究数据表明影响男女生体质健康的有心肺功能、力量素质、柔韧性。通过关联规则数据挖掘能有效发现不同体育锻炼行为阶段中学生体质特征, 为中学生体质健康促进提供决策支持。

关键词: 关联规则; 数据挖掘; 体质健康; 中学生

数据挖掘作为一种强大的数据分析工具, 大量的研究人员将这项技术应用在不同领域^[1]。将数据挖掘应用于体育, 不仅能够帮助我们从中学生体质健康数据中发现隐藏的模式和趋势, 还能改善中学生体质健康状况提供科学依据。数据挖掘对评估中学生体质健康水平作用显著。数据挖掘可以精准评估, 发现群体差异与联系以制定精准干预措施; 通过模型分析指标关系, 识别关键影响因素并找出主因; 能对比数据监测干预效果, 优化策略达成预期目标。新世纪以来我国中学生的超重、肥胖。视力下降等不良问题未得到根本性的好转^[2]。本文通过对江西省吉安市三所中学的体质测试为主要研究对象, 通过关联规则数据挖掘能有效发现不同体育锻炼行为阶段中学生体质特征, 为中学生体质健康促进提供决策支持。

1. 研究对象与方法

1.1 研究对象

数据来源于江西省吉安市三所中学, 分别是吉安县城关中学、安福城关中学和吉水五中。采用七年级学生以班级为单位, 总人数 456 人, 按男女分组, 男 244 人, 女生 212 人, 平均年龄 12 岁。

1.2 研究方法

1.2.1 测试调查法

对中学生进行八项测试, 分别有身高、体重、肺活量(肺活量测试仪(WQS-8888, 上海万庆)、50m、800m(女)/1000m(男)、引体向上(男)/仰卧起坐(女)、立定跳远、

立位体前屈, 所有测试均按《国家学生体质健康标准(2022年版)》标准执行^[2]。

1.2.2 数据挖掘法

每个测试对象确定唯一的标识(TID), 则每个标识含如下 8 个字段: 体质指标 BMI(1 个字段)、性别(1 个字段)、体质测试指标(6 个字段。测试指标中的 50m; 肺活量; 立位体前屈; 立定远; 800m(女)/1000m(男); 1min 仰卧起坐(女)/引体向上(男))构成数据库 D。身高体重是原始数据, 是构成数据库的重要指标。本次关联规则数据挖掘旨在发现不同锻炼的中学生体质健康状况, 故输入字段为“BMI”, 两者字段为“体质指标”, 即构成“BMI”与“体质指标”的映射关系。把测试好的数据分别用等级的形式表示。(例: 肺活量; 50m; 立位体前屈; 立定跳远; 800m(女)/1000m(男); 1min 仰卧起坐(女)/引体向上(男))。在 Excel 中输入数据, 并在 Clementine 中导入, 如图 1 所示。连接数据源与结点“Type”, 将“Type”中代表六个字段变量(肺活量; 50m; 立位体前屈; 立定跳远; 800m(女)/1000m(男); 1min 仰卧起坐(女)/引体向上(男))的 Direction 都设为 Both, 选择 Apriori 算法模型入数据流, 运行模型。

2. 结果与分析

2.1 调查对象体质健康一般特征

2.1.1 男生调查对象体质健康一般特征

按《国家学生体质健康标准》(2022 年版), 对男中学生体质数据进行分类, 结果如表 1。从下表可以看出大部

分男生达到及格的项目有：BMI、肺活量、立位体前屈、立定跳远；不及格的占比较多的项目是 1000m 和引体向上，分别占比 82.3% 和 78.3%，值得注意的是在 50m 这个项目，

表 1 男中学生体质健康分析数据 (n;%)

	优秀 (n;%)	良好 (n;%)	及格 (n;%)	不及格 (n;%)
BMI	11 人 (肥胖) ; 4.5%	13 人 (超重) ; 5.3%	194 人 (正常) ; 79.5%	26 人 (低体重) ; 10.6%
肺活量	58 人; 23.8%	54 人; 22.1%	116 人; 47.5%	16 人; 6.5%
50m	127 人; 52.0%	21 人; 8.6%	81 人; 33.2%	15 人; 6.1%
立位体前屈	22 人; 9.0%	29 人; 11.9%	181 人; 74.2%	12 人; 4.9%
立定跳远	54 人; 22.1%	74 人; 30.3%	87 人; 35.7%	29 人; 11.9%
1000m	10 人; 4.1%	8 人; 3.2%	25 人; 10.2%	201 人; 82.3%
引体向上	12 人; 4.9%	8 人; 3.2%	33 人; 13.5%	191 人; 78.3%

2.1.2 女生调查对象体质健康一般特征

按《国家学生体质健康标准》(2022 年版)，对女中

学生体质数据进行分类，结果如表 2，从表中可以看出以下七项测试指标，大部分的女中学生都处于及格。

表 2 女中学生体质健康分析数据

	优秀 (n;%)	良好 (n;%)	及格 (n;%)	不及格 (n;%)
BMI	8 人 (肥胖) ; 3.8%	17 人 (超重) ; 8.0%	177 人 (正常) ; 83.5%	10 人 (低体重) ; 4.7%
肺活量	71 人; 33.5%	27 人; 12.7%	104 人; 49.0%	10 人; 4.7%
50m	52 人; 24.5%	46 人; 21.7%	106 人; 50.0%	8 人; 3.8%
立位体前屈	28 人; 13.2%	37 人; 17.4%	129 人; 60.8%	18 人; 8.4%
立定跳远	19 人; 8.9%	60 人; 28.3%	105 人; 49.5%	28 人; 13.2%
800m	36 人; 16.9%	38 人; 17.9%	101 人; 47.6%	37 人; 17.4%
1min 仰卧起坐	2 人; 0.9%	12 人; 5.7%	174 人; 82.0%	24 人; 11.3%

2.2 基于关联规则男中学生体质健康知识发现及决策

知识

结果最大条目数是 6, 共发现 75 条知识。经筛选, 共发现 7 条具有决策意义的知识, 如表 3。

设置 min_Sup=15%, Confidence=85%, 体质等级为输出,

表 3 不同体育锻炼对男中学生的体质健康关联规则及知识发现

序号	Cnsequent	Antecedent	Support (%)	Confidence (%)
1	1000m= 不及格	50m= 及格, 立位体前屈 = 及格, 引体向上 = 不及格	22.95	100.00
2	1000m= 不及格	肺活量 = 优秀, BMI= 正常	20.90	94.12
3	引体向上 = 不及格	肺活量 = 及格, 立位体前屈 = 及格, 1000m= 不及格	25.41	87.10
4	引体向上 = 不及格	50m= 及格, 立位体前屈 = 及格, 1000m= 不及格	24.59	93.33
5	引体向上 = 不及格	肺活量 = 优秀, 立位体前屈 = 及格, BMI= 正常	16.80	87.81
6	50m= 优秀	立定跳远 = 优秀, BMI= 正常, 1000m= 不及格	19.26	85.11
7	50m= 优秀	立定跳远 = 优秀, 立位体前屈 = 及格, BMI= 正常	16.39	85.00

男中学生体育锻炼 1000m 不及格的情况, 共 2 条有意义的知识 (表 3 序号 1、2)。序号 1, 1000m 跑不及格的学生中, 支持度有高达 22.95% 的学生在 50m 跑和立位体前屈项目中都能达到及格标准, 但在引体向上项目中却不及格。这一现象的支持度较高, 置信度更是达到了 100%。这表明, 在长跑能力不佳的男中学生中, 短跑和柔韧性可能相对较好, 而

上肢力量则普遍较弱^[3]。这可能与学生们在日常锻炼中缺乏针对上肢力量的训练有关。序号 2, 在 1000m 跑不及格的学生中, 有支持度 20.90% 的学生肺活量优秀且 BMI (身体质量指数) 正常。这一关联的支持度虽然稍低, 但置信度依然高达 94.12%。说明尽管学生在长跑项目上表现不佳, 但他心肺功能和身体形态却相对较好。可能是因为长跑能力不仅仅

取决于心肺功能和身体形态,还受到其他多种因素的影响^[4]。

男中学生强关联的引体向上共 3 条(表 3 序号 3、4、5)。序号 3,当引体向上不及格时,有支持度 25.41% 的学生肺活量达到了及格标准,同时立位体前屈也及格,但 1000m 长跑却不及格。尽管这些学生在上肢力量方面存在不足,但他心肺功能和身体柔韧性却相对较好。可能在生活中更注重有氧运动或拉伸练习,缺乏针对上肢力量的专项训练。序号 4,引体向上不及格的学生中,有支持度 24.59% 的学生在 50m 短跑中取得了及格成绩,同时立位体前屈也及格,但 1000m 长跑同样不及格。这进一步证实了上述观点,即这些学生在速度和柔韧性方面表现良好,但在耐力方面存在短板^[3]。序号 5,当引体向上不及格时,有支持度 16.8% 的学生肺活量达到了优秀标准,立位体前屈及格,且 BMI 指数正常。这表明,尽管这些学生在上肢力量上有所欠缺,但他们的整体身体状况却相当健康^[4]。可能是这些学生注重饮食和整体锻炼的平衡,使得他们在多个方面都能保持较好的水平。

男中学生体育锻炼 50m 优秀的情况,共 2 条有意义的知识(表 3 序号 6、7)。序号 6,50m 短跑表现优秀的男生,在立定跳远项目中同样表现出色,并且他们的 BMI 指数处

于正常范围。这一发现可能表明,短距离冲刺的能力与下肢爆发力之间存在某种正相关关系。同时,BMI 正常可能意味着这些学生在体重控制和肌肉力量方面有较好的平衡。尽管他们在短跑和跳远方面表现出色,但在 1000 米长跑项目中却往往不及格。这引发了我们对不同体育项目间体能分配和训练重点的思考。序号 7,50m 短跑成绩优秀的男生,在立定跳远和立位体前屈项目中也有不错的表现,并且他们的 BMI 同样正常。立位体前屈项目主要考察的是身体的柔韧性和协调性,这表明短跑能力可能与身体的全面素质有关。这一发现或许可以提醒我们,在体育教学中,除了注重速度和力量的训练,还应该加强对学生柔韧性和协调性的培养^[4-5]。这些关联规则的支持度和置信度都相对较高,说明它们是稳定且可靠的。

2.3 基于关联规则女中学生体质健康知识发现及决策知识

设置 min_Sup=8%,Confidence=75%,体质等级为输出,结果最大条目数是 6,共发现 142 条知识。经筛选,共发现 7 条具有决策意义的知识,如表 4。

表 4 不同体育锻炼对女中学生的体质健康关联规则知识发现

序号	Cnsequent	Antecedent	Support (%)	Confidence (%)
1	仰卧起坐 = 及格	BMI= 正常	83.49	82.49
2	仰卧起坐 = 及格	立定跳远 = 不及格 ,BMI= 正常	12.26	76.92
3	仰卧起坐 = 及格	立位体前屈 = 不及格	8.49	83.33
4	立位体前屈 = 及格	肺活量 = 及格 ,立定跳远 = 不及格 ,BMI= 正常	10.38	77.27
5	立位体前屈 = 及格	立定跳远 = 不及格	13.21	75.00
6	肺活量 = 及格	立定跳远 = 不及格 ,仰卧起坐 = 不及格	9.91	76.19
7	肺活量 = 及格	立定跳远 = 不及格 ,立位体前屈 = 及格 , BMI= 正常	8.96	89.47

女中学生体育锻炼对仰卧起坐及格情况,共 7 条有意义的知识(表 4 序号 1、2、3)。序号 1,仰卧起坐及格中,有支持度高达 83.49% 的学生 BMI 处于正常范围。这说明了仰卧起坐对于维持健康体重的积极作用,也提示我们在日常生活中应加强对仰卧起坐等腹部锻炼。序号 2,有一部分学生其他体育项目中表现不佳,有 12.26% 的学生在立定跳远项目中不及格。尽管这一比例相对较低,但也提醒我们要关注学生不同体育项目上的全面发展。序号 3,有支持度 8.49% 的学生在立位体前屈项目中不及格。仰卧起坐及格的学生在腹部肌肉方面表现良好,但在身体柔韧性方面仍有待提高。因此,在体育锻炼中,我们不仅要关注肌肉力量的锻炼,还要注重柔韧性的培养,以帮助学生全面发展^[5]。

女中学生体育锻炼的体质健康对立位体前屈及格的情况,共 2 条有意义的知识(表 4 序号 4、5)。序号 4,立位体前屈成绩及格的女中学生,往往肺活量也能达到及格水平。肺活量的提升不仅有助于改善呼吸系统的健康状况,还能提高身体的整体耐力水平。然而,令人意外的是虽然这些女中学生在立位体前屈方面表现良好,但在立定跳远这一项目中却不及格。或许说明单纯依靠某一类体育锻炼并不能全面提升体质健康,女中学生需要更加注重锻炼的多样性和综合性^[5]。序号 5,BMI(身体质量指数)正常的女中学生中,有一部分在立定体前屈和立定跳远项目中表现出不同的

成绩。这些学生在立定体前屈方面及格,但在立定跳远方面却不及格。这进一步证明了体育锻炼对不同体质指标的影响具有复杂性和多样性。值得注意的是,这些关联规则的支持度和置信度分别为 10.38% 和 77.27% (对于立位体前屈与肺活量的关联),以及 13.21% 和 75.00% (对于立定体前屈与立定跳远的关联)。虽然支持度并不算特别高,但置信度依然很高,它们揭示了体育锻炼与体质健康之间存在一定的关联。也为女中学生们在选择体育锻炼项目时提供了有益的参考。

女中学生强关联的肺活量 2 条 (表 4 序号 6、7)。序号 6,肺活量及格的女中学生中,相当一部分在立定跳远项目上表现不佳。这种关联的支持度达到了 9.91%,置信度高达 76.19%。这一发现引发了我们的思考:是不是肺活量的提高并没有直接转化为下肢爆发力的提升。或者说,这些女中学生在锻炼时可能更侧重于有氧运动,而忽视了腿部力量的训练^[4]。序号 7,肺活量及格的女中学生中,有一部分在立定跳远上不及格,但如果她们同时满足立位体前屈及格且 BMI 正常的话,这种关联的支持度就上升到了 8.96%,置信度更是高达 89.47%。这意味着,在保持适当体重和柔韧性的基础上,即使肺活量及格的女中学生在立定跳远上表现不佳,她们的整体体质健康水平仍然是相对较高的。这一发现给我带来了新的启示:体育锻炼对女中学生的体质健康影响是多方面的,我们应当提高女中学生心肺功能,加强力量训练,关注柔韧性和体重管理。此外,学校和家长也应该关注女中学生的体育锻炼情况,鼓励她们积极参与各种体育活动,帮助她们建立正确的锻炼观念和习惯。

在这三所中学生体质健康中,男生 50m 为优势项目,1000m 和引体向上是弱项;女生多数测试指标及格。关联规则发现,男生 1000m、引体向上不及格及 50m 优秀各有相关影响因素;女生仰卧起坐、立位体前屈及格和肺活量相关情况中,反映出体育锻炼对不同体质指标影响复杂,需多样锻炼及关注多方面。

参考文献:

- [1] 杨小娟.数据挖掘国内研究综述[J].电脑编程技巧与维护,2020(8):115-117.
- [2] 马德浩.新世纪以来我国中小学生体质健康状况的变化趋势及促进策略[J].西安体育学院学报,2024,41(02):159-168.
- [3] 国家体育总局.2014 年国民体质监测公报[DB/OL].
<http://www.sport.gov.cn/n16/n1077/n1227/7328132.html>
- [4] 田永强.石家庄市普通中学生功能性动作水平与身体素质的相关研究[D].西安:西安体育学院,2022.
- [5] 刘焱.天津市中学生日常行为模式与体质健康的关联性研究[D].天津:天津体育学院,2023.

作者简介:蔡鹏辉(2001—),男,本科,主要从事是体质健康方向研究。

张崇林(1976—),男,博士,教授,主要从事国民体质健康促进方向研究。

通讯作者:吴盼盼(1993—),女,硕士,讲师,主要从事学生体质健康方向研究。

课题名称:基于运动处方教学模式促进中学生体质健康的实验研究,课题编号:SZUJGTY2021-1026。